

Białystok, dn. 12.11.2005
Wersja2 poprawiona 1.04.2006

Projekt ochrony radiologicznej

Pracownia RTG
Uniwersytecki Szpital Kliniczny Nr 4 w Łodzi
ul. Sporna 36/50
91-738 Łódź

projekt wykonał:
Robert Chrenowicz
Inspektor ochrony radiologicznej
IOR-0, IOR-1, IOR-3.
Zaświadczenie nr 625/2005

Robert Chrenowicz

Spis treści

1. Wstęp	str. 3
2. Opis usytuowania pracowni RTG	str. 3
3. Wiązki promieniowania jonizującego	str. 3
4. Opis istniejących osłon	str. 4
5. Dawki graniczne	str. 4
6. Wyposażenie pracowni RTG	str. 5
7. Założenia pracy ze źródłami promieniowania	str. 5
8. Rozmieszczenie aparatury	str. 6
9. Wentylacja – wymagania	str. 6
10. Sygnalizacja i oznaczenia	str. 6
11. Wzory do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem	str. 6
11.1. Czas narażenia na promieniowanie	str. 6
11.2. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym	str. 6
11.3. Współczynnik gęstości materiału	str. 7
11.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę	str. 7
11.5. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego)	str. 8
11.6. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym	str. 8
12. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem RTG	str. 9
13. Zestawienie osłon stałych	str. 16
14. Technologia wykonania osłon	str. 17
15. Wyposażenie pracowni	str. 17

Załączniki

1. Plan pracowni RTG – opis ścian – rys.1.
2. Osłony przed promieniowaniem RTG – rys. 2.
3. Plan ogólny – rys. 3.

1. Wstęp.

Projekt ochrony radiologicznej Pracowni RTG, USK nr 4 w Łodzi, ul. Sporna 36/50, opracowano w oparciu o:

- Projekt rozmieszczenia aparatury – załącznik – rys. 1 i 2,
- Założenia pracy w gabinecie rentgenowskim,
- Zebrane informacje o istniejących osłonach stałych,
- Ustawę Prawo Atomowe z dnia 29 listopada 2000 r. (Dz. U. z 2004 r. nr 161 poz. 1689),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20, poz. 168),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 25 sierpnia 2005 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (Dz. U. nr 194, poz. 1625),
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz. U. nr 173, poz. 1681),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz. U. nr 220, poz. 1851 z późniejszymi zmianami),
- Polską Normę PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych (PKN,MiJ),
- Dane techniczne głowic, kołpaków i generatorów.
- Dane aparatu Argostat Vision,
- Dane aparatu Vision,
- Projekt przebudowy obiektu (rzut II piętra).

2. Opis usytuowania.

Pracownia RTG, USK nr 4 w Łodzi, ul. Sporna 36/50, zwana dalej pracownią RTG, zlokalizowana jest w jednym z pomieszczeń budynku szpitalnego na drugim piętrze. Powierzchnia pracowni RTG wynosi 34.4 m², wysokość 3.16 m. Zwymiarowany plan pracowni RTG wraz z opisem ścian zamieszczony jest w drugiej części opracowania (załączniki – rys. 1 i rys. 3).

Pomieszczenie z aparatem RTG sąsiaduje z (zgodnie z rys. 1):

- terenem zewnętrznym (za ścianą A i B),
- pomieszczeniami szpitalnymi (za ścianą C)/pracownia słuchu/,
- korytarzem szpitalnym (za ścianą D1),
- pomieszczeniem operatorów (sterownia) (za ścianą D2).

Nad pomieszczeniem z aparatem RTG znajduje się poddasze nieużytkowe.

Pod pomieszczeniem z aparatem RTG znajdują się pomieszczenia lekarskie.

3. Wiązki promieniowania jonizującego.

Sposób i miejsce ustawienia aparatów umożliwia kierowanie wiązki pierwotnej promieniowania jonizującego na:

- ściankę do zdjęć klatki piersiowej, czyli w kierunku ściany A - na zewnątrz budynku, gdzie nie ma nikogo /aparat Argostat/;
- stół (stoły), czyli w kierunku podłogi, pod którą znajdują się pomieszczenia lekarskie /aparat Argostat/;

- sufit – gdzie nie ma nikogo /aparatur Vision/;
- ścianę C – pracownia słuchu /aparatur Vision/.

Nie przewiduje się kierowania wiązki pierwotnej w kierunku ścian B i D.

Kierunek na ścianę D1 i D2 jest zabroniony ze względu na znajdujące się w tych ścianach drzwi.

Podczas badania wiązka pierwotna (użyteczna) przechodzi przez badany obiekt (ciało pacjenta) i zostawia ślad na błonie RTG w postaci zaczernienia filmu. Poza wiązką pierwotną na terenie pracowni będzie występowało promieniowanie rozproszone i uboczne. Rozchodzi się ono we wszystkich kierunkach i pochodzi ze wzajemnego oddziaływania promieniowania wytworzonego w głowicy RTG z otaczającą materią.

4. Opis istniejących osłon.

1. Ściana A – ściana zewnętrzna budynku o grubości 63 cm wykonana z cegły kratówki. Do obliczeń przyjmuję materiał o grubości 47 cm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. W ścianie tej znajduje się okno.
2. Ściana B – ściana jak wyżej. W ścianie tej osadzone są dwa okna.
3. Ściana C – ściana wewnętrzna pracowni o grubości 25 cm wykonana z cegły kratówki. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 24 cm.
- 4.1. Ściana D1 – ściana wewnętrzna pracowni o grubości 45 cm wykonana z cegły kratówki. Do obliczeń przyjmuję materiał o grubości 42 cm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. W ścianie tej znajdują się drzwi z wkładką ołowianą o grubości 2 mm Pb.
- 4.2. Ściana D2 – ściana wewnętrzna pracowni o grubości 45 cm wykonana z cegły kratówki. Do obliczeń przyjmuję materiał o grubości 42 cm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. W ścianie tej znajduje się okno z szyby ołowianej o wymiarach 100x80 cm i równoważniku ołowiu 2 mm Pb oraz drzwi z wkładką ołowianą o grubości 2 mm Pb.
5. Podłoga – strop Ackermana o sumarycznej grubości 43 cm. W skład stropu wchodzi pustak betonowy pokryty wylewką betonową o grubości 18 cm i wylewką wyrównującą. Do obliczeń przyjmuję materiał o gęstości $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ i grubości 18 cm oraz materiał o grubości 6 cm i gęstości $1.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.
6. Sufit – strop Ackermana.

5. Dawki graniczne.

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. nr 20, poz. 168), dawka graniczna, wyrażona jako dawka skuteczna (efektywna) wynosi:

- 20 mSv/rok lub inaczej 0.4 mSv/tydzień – dla osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.
- 1 mSv/rok lub inaczej 0.02 mSv/tydzień – dla osób z ogółu ludności.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz. U. nr 173, poz. 1681) określa, że konstrukcja ścian i stropów pracowni rentgenowskich ma zapobiegać otrzymaniu przez osoby z ogółu ludności dawki skutecznej przekraczającej 0.1 mSv w okresie kolejnych 12 miesięcy lub inaczej 0.002 mSv/tydzień.

Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Komisji Ochrony Radiologicznej (ICRP) do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem X i gamma używa się dawki pochłoniętej w powietrzu (kerma) wyrażonej w cGy (centygreje).

Dawce skutecznej 0.4 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.0348 cGy/tydzień = 348 μ Gy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.02 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.00174 cGy/tydzień = 17.4 μ Gy/tydzień.

Dawce skutecznej 0.002 mSv/tydzień odpowiada dawka pochłonięta 0.000174 cGy/tydzień = 1.74 μ Gy/tydzień.

Przy użytkowaniu wszelkich źródeł promieniowania jonizującego obowiązuje tzw. zasada ALARA (As Low As Reasonably Achievable), polegająca na takim organizowaniu pracy (użytkowania źródeł), aby dawki otrzymywane przez ludzi były tak niskie, jak to jest możliwe do osiągnięcia w rozsądny sposób.

W niniejszym projekcie osoby zatrudnione na terenie pracowni (przebywające za ścianą D2 podczas pracy aparatu) zostały zakwalifikowane do kategorii osób zatrudnionych w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące i do obliczeń przyjmują dawkę pochłoniętą 348 μ Gy/tydzień. Dla pozostałych osób (pacjentów, personelu i innych) przyjmuje do obliczeń dawkę pochłoniętą 1.74 μ Gy/tydzień.

6. Wyposażenie pracowni RTG.

Pracownia zostanie wyposażona w dwa aparaty RTG obsługiwane przez jeden generator. Zestaw ten został nazwany Argostat/Vision. Dla celów projektowych będę rozpatrywał aparaty oddzielnie. Powyższy zestaw będzie służył wyłącznie do zdjęć rentgenowskich. Aparat Argostat będzie współpracował ze stołem „kostnym” oraz ścianką do zdjęć płucnych.

Aparaty zostaną wyposażone w lampy RTG – RTM 101 i RTM 102 firmy IAE z wirującą anodą w kołpakach C52 super.

- Napięcie anodowe (max.) 150 kV,
- Ognisko duże 1.2 mm,
- Ognisko małe 0.6 mm,
- Filtracja wewnętrzna (lampa) min. 0.9 mm Al,
- Filtracja wewnętrzna (poza lampą) min. 1.2 mm Al,
- Promieniowanie uboczne ≤ 0.44 mGy/h.

Zestaw będzie wyposażony w generator Castor 50

- Moc wyjściowa 50 KW,
- Napięcie lampy (max) 125 kV,
- Maks. zakres nastaw mA 630 mA,
- Maks. zakres mAs 800 mAs.

7. Założenia pracy ze źródłami promieniowania.

Zakłada się wykonywanie 250 ekspozycji na zestawie w ciągu tygodnia. W tym na stojaku do zdjęć płucnych 30 ekspozycji, na stołach 120 ekspozycji, na ścianie do prześwietleń (Vision) 100 ekspozycji (z podziałem pion-poziom 20 do 80) w ciągu tygodnia.

Przyjmując czas zdjęcia 1s czas pracy zestawu w ciągu tygodnia wynosi $t_0 = 250 \text{ eksp.} \times 1 \text{ s} = 250 \text{ sekund} = 4.17 \text{ min.} = 0.07 \text{ godziny}$.

Nie przewiduje się przekraczania poniższych parametrów w typowej eksploatacji aparatu: 90 kV, 300 mA, 0.5 s.

8. Rozmieszczenie aparatury.

Rozmieszczenie aparatury pokazano na rysunkach 1 i 2 (załączniki).

9. Wentylacja – wymagania.

W pracowni z aparatem RTG wymagana jest sprawna wentylacja mechaniczna zapewniająca przynajmniej 6 krotną wymianę powietrza w ciągu godziny. Projekt wentylacji mechanicznej został wykonany przez inną firmę i spełnia powyższe wymagania.

10. Sygnalizacja i oznaczenia.

Drzwi wejściowe do pracowni RTG powinny być oznakowane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 11 września 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpiecznej pracy z aparatami rentgenowskimi o energii promieniowania do 300 keV stosowanymi w celach medycznych (Dz. U. nr 173, poz. 1681, załączniki, załącznik nr 1).

Sygnalizacja świetlna informująca o włączeniu wysokiego napięcia na lampę rentgenowską jest wymagana i powinna być umieszczona przed wejściem do pracowni (nad drzwiami w ścianie D1).

Drzwi do pracowni muszą być wyposażone w urządzenie powodujące przerwę (blokadę) w obwodzie włączającym wysokie napięcie przy drzwiach nie zamkniętych.

11. Wzory do obliczeń osłon stałych przed promieniowaniem.

11.1. Czas narażenia na promieniowanie.

Czas (t) narażenia na promieniowanie w ciągu tygodnia należy obliczyć wg wzoru 1 (p.2.3 normy PN-86/J-80001)

$$t = T \cdot U \cdot t_0 \quad (\text{wzór 1}),$$

w którym:

T - współczynnik określający prawdopodobieństwo przebywania ludzi w osłanianym miejscu,

U - współczynnik określający prawdopodobieństwo skierowania użytecznej wiązki promieniowania w kierunku obliczonej osłony,

t_0 - czas pracy aparatu w ciągu tygodnia.

11.2. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym.

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę należy obliczyć wg wzoru 2 (p.2.5.1.2. normy PN-86/J-80001)

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t}{D_g \cdot l^2} \cdot y \quad (\text{wzór 2}),$$

w którym:

\dot{D} - moc dawki wg p.2.5.1.1 w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA, $\text{cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$,

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.2.3 normy PN-86/J-80001, min, (wzór 1),

D_g - dawka tygodniowa określona zgodnie z p.2.2 normy PN-86/J-80001, cGy,

l - najmniejsza odległość ogniska lampy od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m,

y - współczynnik zgodny z p.2.4 normy PN-86/J-80001.

Grubość osłon z ołowiu o wymaganej krotności (k) osłabienia promieniowania, obliczonej zgodnie z p.2.5.1.2 normy PN-86/J-80001 (wzór 2), należy wyznaczyć z krzywej dla odpowiedniego nominalnego napięcia aparatu rentgenowskiego podanej na rys. 1 i 2 – p.2.5.1.3 normy PN-86/J-80001.

11.3. Współczynnik gęstości materiału.

Jeżeli gęstość stosowanego materiału ochronnego różni się od gęstości materiałów wymienionych w tablicach 4 ÷ 9 normy PN-86/J-80001, wówczas grubość odczytaną z tablicy dla materiałów, takiego samego rodzaju i gęstości zbliżonej do gęstości materiału stosowanego, należy pomnożyć przez współczynnik

$$h = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (\text{wzór 3}),$$

w którym:

ρ_0 – gęstość materiału podana w tablicy normy PN-86/J-80001, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$,

ρ – gęstość materiału stosowanego, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

11.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4 (zgodnie z p.2.5.2.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_1 = \frac{D \cdot l^2}{t \cdot I} \quad (\text{wzór 4}),$$

w którym:

D – dawka tygodniowa określona zgodnie z p.2.2 normy PN-86/J-80001, μGy ,

l - najmniejsza odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od miejsca osłanianego w ustalonych warunkach pracy, m,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.2.3 normy PN-86/J-80001, godz., (wzór 1),

I - nominalne natężenie prądu anodowego lampy rentgenowskiej, mA.

11.5. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_2) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

$$C_2 = \frac{D \cdot l^2 \cdot f^2}{t \cdot I \cdot s} \quad (\text{wzór 5}),$$

w którym:

D , t , I – jak w 11.4,

f – odległość przedmiotu rozpraszającego promieniowanie od ogniska lampy rentgenowskiej, m,

s – rzut powierzchni przedmiotu rozpraszającego, na którą pada promieniowanie, na płaszczyznę prostopadłą do kierunku wiązki pierwotnej promieniowania w odległości f , m^2 .

11.6. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Moc dawki \dot{D}_u promieniowania ubocznego należy przyjąć na podstawie dokumentacji urządzenia lub - jeżeli istnieje możliwość pomiaru - zmierzyć w miejscu, które ma być osłaniane i określić w $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$ (p. 2.5.4.1. normy PN-86/J-80001).

Jeżeli mocy dawki nie można określić wymienionymi metodami, do obliczeń należy przyjąć wartość opierając się na maksymalnych wartościach określonych dla promieniowania ubocznego w obowiązujących przepisach – $1 \text{ cGy} \cdot \text{h}^{-1}$ w odległości 1 m od ogniska lampy.

Jeżeli \dot{D}_u w miejscu osłanianym jest mniejsze niż $20 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$, przy obliczaniu osłony nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego i osłonę należy obliczać wg. 11.4. lub 11.5.

Tygodniową dawkę promieniowania ubocznego (D_u) w cGy należy obliczyć wg wzoru

$$D_u = \dot{D}_u \cdot t \quad (\text{wzór 6}),$$

w którym:

\dot{D}_u - moc dawki promieniowania ubocznego wyznaczona zgodnie z 11.6, $\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}$,

t - czas narażenia w ciągu tygodnia osób przebywających w miejscu osłanianym, wyznaczony zgodnie z p.11.1 (wzór 1), h.

Grubość osłony należy obliczyć w następujący sposób:

- jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest mniejsza niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany;

- jeżeli dawka tygodniowa promieniowania ubocznego, wyznaczona zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczona zgodnie z 11.4. lub 11.5., jest większa niż 10% dawki tygodniowej, określonej w p.2.2. normy PN-86/J-80001, grubość osłony należy zwiększyć o warstwę dającą takie osłabienie, aby dawka tygodniowa promieniowania ubocznego za osłoną nie przekraczała 10% dawki. Dawkę promieniowania ubocznego za osłoną należy wyznaczyć, posługując się wykresami podanymi na rys. 1 lub 2 normy.

Dla obu aparatów przyjmując moc dawki promieniowania ubocznego $0.44 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$.

12. Obliczenia osłon stałych przed promieniowaniem RTG.

Założenie. Osłona powinna w każdym swym miejscu zmniejszać moc dawki promieniowania co najmniej do przyjętej wartości (Polska Norma PN-86/J-80001. Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych., p.2.1.).

Do obliczeń posłużono się dodatkowo rysunkiem 2 - Osłony przed promieniowaniem RTG – ilustrującym najmniejszą odległość od źródła promieniowania RTG do obiektów znajdujących się za osłoną (ścianą).

12.1. Ściana A.

Ściana A jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od terenu zewnętrznego. Ze względu na wysokość (2-gie piętro) i brak w pobliżu zabudowań /brak narażenia/ – nie wykonuje obliczeń dla ściany A.

12.2. Ściana B.

Ściana B jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od terenu zewnętrznego. Ze względu na wysokość (2-gie piętro) i brak w pobliżu zabudowań /brak narażenia/ – nie wykonuje obliczeń dla ściany B.

12.3. Ściana C.

Ściana C jest osłoną przed promieniowaniem pierwotnym od aparatu Vision i promieniowaniem rozproszonym od obu aparatów. Oddziela pracownię RTG od pracowni słuchu.

Do obliczeń przyjmuję:

$\dot{D} = 1.7 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA dla filtracji 1.0 mm Al i napięcia 100 kV,

$D = 1.74 \text{ } \mu\text{Gy}$,

$D_g = 0.000174 \text{ cGy/tydzień}$,

$l_I = 4.5 \text{ m}$ – aparat Argostat,

$l_{II} = 2.0 \text{ m}$ - aparat Vision,

$y = 0.08$ – 15 cm tkanki przy filtracji 2 mm Al i napięciu 100kV,

$T = 1$ - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci),

$U = 0.25$ - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,

$U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$t = T \cdot U \cdot t_0 = 1 \cdot 1 \cdot 0.07 \text{ godziny} = 0.07 \text{ godziny}$,

$t_3 = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 80 \text{ sekund} = 80 \text{ s} = 1.33 \text{ minuty}$ – czas narażenia od aparatu Vision dla promieniowania pierwotnego,

$t_I = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 150 \text{ sekund} = 150 \text{ s} = 0.042 \text{ godziny}$ – czas narażenia od aparatu Argostat dla promieniowania rozproszonego i ubocznego,

$t_{II} = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 100 \text{ sekund} = 100 \text{ s} = 0.028 \text{ godziny}$ – czas narażenia od aparatu Vision dla promieniowania rozproszonego i ubocznego,

$I = 300 \text{ mA}$,

$k_{ściany} = 5000$ dla napięcia 100 kV (równoważnik ołowiu 1.8 mm – patrz p.13.3).

12.3.1. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym – aparat Vision.

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę należy obliczyć wg wzoru 2

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t_3}{D_g \cdot l_{II}^2} \cdot y = 77965 \sim 80000$$

Z wykresu (rys. 1, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 3 mm Pb dla napięcia 90 kV.

12.3.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

Od aparatu Argostat

$$C_1 = 2.8 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 1 mm Pb (dla 90 kV).

Od aparatu Vision

$$C_1 = 0.83 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 1.5 mm Pb (dla 90 kV).

12.3.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległości w tym przypadku wynoszą odpowiednio 4.5 m i 2 m, moce dawek promieniowania ubocznego wynoszą odpowiednio:

$$\dot{D}_{uI} = 21.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

$$\dot{D}_{uII} = 110 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_{uI} = 0.9 \mu\text{Gy},$$

$$D_{uII} = 3.08 \mu\text{Gy},$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 1.8 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 5000$ razy.

Wobec tego tygodniowe dawki promieniowania ubocznego za osłoną wynoszą odpowiednio:

$$D_{uI}/k_{\text{ściany}} = 0.9/5000 \mu\text{Gy} = 0.18 \text{ nGy},$$

$$D_{uII}/k_{\text{ściany}} = 3.08/5000 \mu\text{Gy} = 0.62 \text{ nGy},$$

Dawki tygodniowe promieniowania ubocznego, wyznaczone zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczone zgodnie z 11.4. lub 11.5., są mniejsze niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.4.1. Ściana D1.

Ściana D1 jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od korytarza szpitalnego.

Do obliczeń przyjmuję:

$$D = 1.74 \mu\text{Gy},$$

$$l_I = 3.0 \text{ m} - \text{aparat Argostat},$$

$$l_{II} = 2.0 \text{ m} - \text{aparat Vision},$$

$$T = 0.25 - \text{dla miejsc czasowo wykorzystywanych przez ludzi (np. korytarze, WC, stołówki-palarnie)},$$

$$U = 0.25 - \text{dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych},$$

$$U = 1 - \text{dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym},$$

$$t_I = T \cdot U \cdot t_3 = 0.25 \cdot 1 \cdot 150 \text{ sekund} = 37.5 \text{ s} = 0.01 \text{ godziny} - \text{czas narażenia od aparatu Argostat dla promieniowania rozproszonego i ubocznego},$$

$$t_{II} = T \cdot U \cdot t_3 = 0.25 \cdot 1 \cdot 100 \text{ sekund} = 25 \text{ s} = 0.007 \text{ godziny} - \text{czas narażenia od aparatu Vision dla promieniowania rozproszonego i ubocznego},$$

$$I = 300 \text{ mA},$$

$$k_{\text{ściany}} = 60000 \text{ dla napięcia } 100 \text{ kV (równoważnik ołowiu } 3 \text{ mm} - \text{ patrz p.13.4.1)}.$$

12.4.1.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

Od aparatu Argostat

$$C_1 = 5.22 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 0.8 mm Pb (dla 90 kV).

Od aparatu Vision

$$C_1 = 3.3 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 1 mm Pb (dla 90 kV).

12.4.1.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego) – rozproszenie od podłogi – aparat Argostat.

Zredukowaną moc dawki (C_2) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

Do obliczeń przyjmuję:

$$l = 4.0 \text{ m},$$

$$f = 1.7 \text{ m},$$

$$s = 0.6 \text{ m}^2.$$

$$C_2 = 44.7 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 4, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.8 mm Pb.

12.4.1.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległości w tym przypadku wynoszą odpowiednio 3 m i 2 m, moce dawek promieniowania ubocznego wynoszą odpowiednio:

$$\dot{D}_{uI} = 48.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

$$\dot{D}_{uII} = 110 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_{uI} = 0.49 \mu\text{Gy},$$

$$D_{uII} = 0.77 \mu\text{Gy},$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 3 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 60000$ razy.

Wobec tego tygodniowe dawki promieniowania ubocznego za osłoną wynoszą odpowiednio:

$$D_{uI}/k_{\text{ściany}} = 0.49/60000 \mu\text{Gy} = 8.2 \text{ pGy},$$

$$D_{uII}/k_{\text{ściany}} = 0.77/60000 \mu\text{Gy} = 12.8 \text{ pGy},$$

Dawki tygodniowe promieniowania ubocznego, wyznaczone zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczone zgodnie z 11.4. lub 11.5., są mniejsze niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.4.2. Ściana D2.

Ściana D2 jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Oddziela pracownię od pomieszczenia sterowni.

Do obliczeń przyjmuje:

$$D = 348 \mu\text{Gy},$$

$$l_I = 2.5 \text{ m} - \text{aparat Argostat},$$

$$l_{II} = 3.5 \text{ m} - \text{aparat Vision},$$

$$T = 1 - \text{dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsc ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci)},$$

$$U = 0.25 - \text{dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych},$$

$$U = 1 - \text{dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym},$$

$$t_I = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 150 \text{ sekund} = 0.042 \text{ godziny} - \text{czas narażenia od aparatu Argostat dla promieniowania rozproszonego i ubocznego},$$

$$t_{II} = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 100 \text{ sekund} = 0.028 \text{ godziny} - \text{czas narażenia od aparatu Vision dla promieniowania rozproszonego i ubocznego},$$

$$I = 300 \text{ mA},$$

$$k_{\text{ściany}} = 60000 \text{ dla napięcia } 100 \text{ kV (równoważnik ołowiu } 3 \text{ mm} - \text{ patrz p.13.4.2)}.$$

12.4.2.1. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

Od aparatu Argostat

$$C_1 = 172.6 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 0.2 mm Pb (dla 90 kV).

Od aparatu Vision

$$C_1 = 507.5 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 0.1 mm Pb (dla 90 kV).

12.4.2.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego) – rozproszenie od podłogi – aparat Argostat.

Zredukowaną moc dawki (C_2) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

Do obliczeń przyjmuję:

$$l = 3.2 \text{ m},$$

$$f = 1.7 \text{ m},$$

$$s = 0.6 \text{ m}^2.$$

$$C_2 = 1362 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 4, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 0.1 mm Pb.

12.4.2.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległości w tym przypadku wynoszą odpowiednio 2.5 m i 3.5 m, moce dawek promieniowania ubocznego wynoszą odpowiednio:

$$\dot{D}_{uI} = 70.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

$$\dot{D}_{uII} = 35.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_{uI} = 2.96 \mu\text{Gy},$$

$$D_{uII} = 1 \mu\text{Gy},$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 3 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{ściany}} = 60000$ razy.

Wobec tego tygodniowe dawki promieniowania ubocznego za osłoną wynoszą odpowiednio:

$$D_{uI}/k_{\text{ściany}} = 2.96/60000 \mu\text{Gy} = 49 \text{ pGy},$$

$$D_{uII}/k_{\text{ściany}} = 1.0/60000 \mu\text{Gy} = 16.7 \text{ pGy},$$

Dawki tygodniowe promieniowania ubocznego, wyznaczone zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczone zgodnie z 11.4. lub 11.5., są mniejsze niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.5. Podłoga.

Podłoga jest osłoną przed promieniowaniem pierwotnym od aparatu Argostat oraz przed promieniowaniem rozproszonym od obu aparatów. Oddziela pracownię od pomieszczeń lekarskich.

Do obliczeń przyjmuję:

$\dot{D} = 1.7 \text{ cGy} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ - moc dawki w odległości 1 m od ogniska lampy przeliczona dla prądu anodowego 1 mA dla filtracji 1.0 mm Al i napięcia 100 kV,

$D = 1.74 \text{ } \mu\text{Gy}$,

$D_g = 0.000174 \text{ cGy/tydzień}$,

$l_I = 3.2 \text{ m}$ – aparat Argostat,

$l_{II} = 3.2 \text{ m}$ - aparat Vision,

$y = 0.08$ – 15 cm tkanki przy filtracji 2 mm Al i napięciu 100kV,

$T = 1$ - dla miejsc stałego przebywania ludzi (miejsca ciągłej pracy, pomieszczenia mieszkalne, miejsca przeznaczone do zabaw dzieci),

$U = 0.25$ - dla ścian nie napromieniowanych wiązką główną przy pracach rutynowych,

$U = 1$ - dla osłon chroniących tylko przed promieniowaniem rozproszonym lub ubocznym,

$t_2 = T \cdot U \cdot t_{02} = 1 \cdot 1 \cdot 120 \text{ sekund} = 120 \text{ s} = 2 \text{ minuty}$ – czas narażenia od aparatu Argostat dla promieniowania pierwotnego,

$t_3 = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 80 \text{ sekund} = 80 \text{ s} = 0.022 \text{ godziny}$ – czas narażenia od aparatu Vision dla promieniowania pierwotnego – wiązka na ścianę C,

$t_I = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 150 \text{ sekund} = 150 \text{ s} = 0.042 \text{ godziny}$ – czas narażenia od aparatu Argostat dla promieniowania rozproszonego i ubocznego,

$t_{II} = T \cdot U \cdot t_3 = 1 \cdot 1 \cdot 100 \text{ sekund} = 100 \text{ s} = 0.028 \text{ godziny}$ – czas narażenia od aparatu Vision dla promieniowania rozproszonego i ubocznego,

$I = 300 \text{ mA}$,

$k_{\text{podłogi}} = 60000$ dla napięcia 100 kV (równoważnik ołowiu 3 mm – patrz p.13.5).

12.5.1. Osłony przed promieniowaniem pierwotnym – aparat Argostat.

Krotność (k) osłabienia promieniowania przez osłonę należy obliczyć wg wzoru 2

$$k = \frac{\dot{D} \cdot I \cdot t_2}{D_g \cdot l^2} \cdot y = 45797 \sim 50000$$

Z wykresu (rys. 1, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 2.8 mm Pb dla napięcia 90 kV.

12.5.2. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym przez wodę lub tkankę (bez uwzględniania promieniowania ubocznego).

Zredukowaną moc dawki (C_1) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 4.

Od aparatu Argostat

$$C_1 = 1.4 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 1.5 mm Pb (dla 90 kV).

Od aparatu Vision

$$C_1 = 2.12 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 3, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony poniżej 1.2 mm Pb (dla 90 kV).

12.5.3. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym (bez uwzględniania promieniowania ubocznego) – rozproszenie od ściany C – aparat Vision.

Zredukowaną moc dawki (C_2) w $\mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$ należy obliczać wg wzoru 5 (zgodnie z p.2.5.3.1 normy PN-86/J-80001).

Do obliczeń przyjmuję:

$$l = 4.0 \text{ m},$$

$$f = 2.5 \text{ m},$$

$$s = 0.6 \text{ m}^2.$$

$$C_2 = 43.9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1}$$

Z wykresu (rys. 4, normy PN-86/J-80001) wynika grubość osłony 0.8 mm Pb.

12.5.4. Osłony przed promieniowaniem rozproszonym i promieniowaniem ubocznym.

Ponieważ odległość w tym przypadku wynosi 3.2 m, moc dawki promieniowania ubocznego wyniesie:

$$\dot{D}_u = 43 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1},$$

a więc

$$D_{uI} = 1.8 \mu\text{Gy},$$

$$D_{uII} = 1.2 \mu\text{Gy},$$

Zgodnie z rysunkiem 1 normy osłona ołowiana o grubości 3 mm Pb osłabi wiązkę promieniowania ubocznego $k_{\text{podłogi}} = 60000$ razy.

Wobec tego tygodniowe dawki promieniowania ubocznego za osłoną wynoszą odpowiednio:

$$D_{uI}/k_{\text{podłogi}} = 1.8/60000 \mu\text{Gy} = 30 \text{ pGy},$$

$$D_{uII}/k_{\text{podłogi}} = 1.2/60000 \mu\text{Gy} = 20 \text{ pGy},$$

Dawki tygodniowe promieniowania ubocznego, wyznaczone zgodnie z 11.6. za osłoną przed promieniowaniem rozproszonym, obliczone zgodnie z 11.4. lub 11.5., są mniejsze niż 10% dawki tygodniowej określonej zgodnie z p.2.2. normy PN-86/J-80001 grubość osłony może pozostać bez zmiany.

12.6. Sufit.

Sufit jest osłoną przed promieniowaniem rozproszonym. Nad sufitem nie ma pomieszczeń użytkowych – brak narażenia – nie wykonuję obliczeń.

13. Zestawienie osłon stałych.

13.1. Ściana A.

Nie wymaga obliczeń.

13.2. Ściana B.

Nie wymaga obliczeń.

13.3. Ściana C.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.0 mm Pb dla aparatu Argostat oraz 4.5 mm Pb dla aparatu Vision – do rozważań przyjmuję wartość większą 4.5 mm Pb.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 210 mm i gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważna 2.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Ściana C wykonana jest z materiału o grubości 240 mm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Po przeliczeniu zgodnie ze wzorem 3 gęstości materiału otrzymuję materiał o grubości 258 mm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ równoważny 2.0 mm Pb dla napięcia 100 kV. Istniejąca osłona jest zatem równoważna 1.8 mm Pb – jest wymagana dodatkowa osłona.

13.4.1. Ściana D1.

Z obliczeń wynika grubość osłony 1.8 mm Pb dla aparatu Argostat oraz 1.0 mm Pb dla aparatu Vision – do rozważań przyjmuję wartość większą 1.8 mm Pb.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 340 mm i gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważna 3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana D1 wykonana jest z materiału o grubości 420 mm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Po przeliczeniu zgodnie ze wzorem 3 gęstości materiału otrzymuję materiał o grubości 418 mm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ równoważny 3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV – nie jest wymagana dodatkowa osłona. Drzwi do pracowni posiadają wkładkę ołowianą o grubości 2 mm Pb – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

13.4.2. Ściana D2.

Z obliczeń wynika grubość osłony 0.3 mm Pb dla aparatu Argostat oraz 0.1 mm Pb dla aparatu Vision – do rozważań przyjmuję wartość większą 0.3 mm Pb.

Z tablicy 9 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 340 mm i gęstości $1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważna 3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Ściana D2 wykonana jest z materiału o grubości 420 mm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Po przeliczeniu zgodnie ze wzorem 3 gęstości materiału otrzymuję materiał o grubości 418 mm i gęstości $1.3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ równoważny 3.0 mm Pb dla napięcia 150 kV – nie jest wymagana dodatkowa osłona. Szyba ołowiana znajdująca się w ścianie posiada wystarczającą osłonę (jest równoważna 2 mm Pb) – nie jest wymagana dodatkowa osłona. Drzwi do pracowni posiadają wkładkę ołowianą o grubości 2 mm Pb – nie jest wymagana dodatkowa osłona.

13.5. Podłoga.

Z obliczeń wynika grubość osłony 4.3 mm Pb dla aparatu Argostat oraz 2.0 mm Pb dla aparatu Vision – do rozważań przyjmuję wartość większą 4.3 mm Pb.

Z ekstrapolacji tablicy 7 normy PN-86/J-80001 wynika, że beton o grubości 180 mm i gęstości $2.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ dla napięcia 100 kV jest równoważny 3 mm Pb. Strop wykonany jest z betonu o minimalnej grubości 180 mm. Z tablicy 8 normy PN-86/J-80001 wynika, że cegła o grubości 110 mm i gęstości $1.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ jest równoważny 1.0 mm Pb dla napięcia 150 kV. Grubość ścianek pustaka Ackermana wynosi 6 cm materiału o gęstości $1.9 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (poniżej 0.5 mm Pb). Z sumowania widać, że osłona nie jest wystarczająca – jest wymagana dodatkowa osłona.

13.6. Sufit.

Nie wymaga obliczeń.

14. Technologia wykonania osłon.

Należy dosłonić podłogę warstwą ołowiu o minimalnej grubości 1.0 mm Pb. Ze względu na kanały techniczne wykonane w podłodze zalecam położenie blachy ołowianej o grubości 2 mm pod obszarem nad którym można umieścić głowicę RTG aparatu Argostat.

Należy dosłonić ścianę C warstwą blachy ołowianej o grubości 3 mm od podłogi do wysokości 2.0 m.

15. Wyposażenie pracowni.

Na wyposażeniu pracowni, w którym pracuje zestaw rentgenowski powinny znajdować się:

1. Dokumentacja:

- instrukcja ochrony radiologicznej, zawierająca informacje o organizacji i sposobie postępowania w zakresie ochrony radiologicznej dla danej placówki;
- zezwolenie na stosowanie aparatów znajdujących się w pracowni;
- część rysunkowa projektu pracowni lub gabinetu (rzuty pomieszczeń) wraz z projektem i opisem osłon stałych oraz wentylacji, zatwierdzonym przed uruchomieniem aparatu rentgenowskiego przez właściwego państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego przy uzgadnianiu dokumentacji projektowej;
- dokumentacja techniczna dotycząca budowy, działania i obsługi aparatów rentgenowskich, w tym także urządzeń sygnalizacyjnych i blokujących;
- protokoły pomiarów dozymetrycznych;
- protokoły pokontrolne;
- dokumenty świadczące o opracowaniu i wdrożeniu w pracowni programu zarządzania jakością;
- protokoły kontroli jakości parametrów technicznych aparatów rentgenowskich i obróbki błon rentgenowskich w ciemni oraz świadectwa spełniania testów akceptacyjnych;
- instrukcja pracy ze źródłami promieniowania rentgenowskiego ustalająca szczegółowe postępowanie w zakresie ochrony radiologicznej;
- zbiór przepisów prawnych dotyczących zasad stosowania źródeł promieniowania jonizującego;
- ewidencja:

- a) osób zatrudnionych w pracowni rentgenowskiej wraz z wykazem zaliczenia ich do odpowiednich kategorii narażenia,
- b) dawek otrzymywanych przez pracowników,
- c) orzeczeń lekarskich stwierdzających dopuszczenie pracowników do pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące.

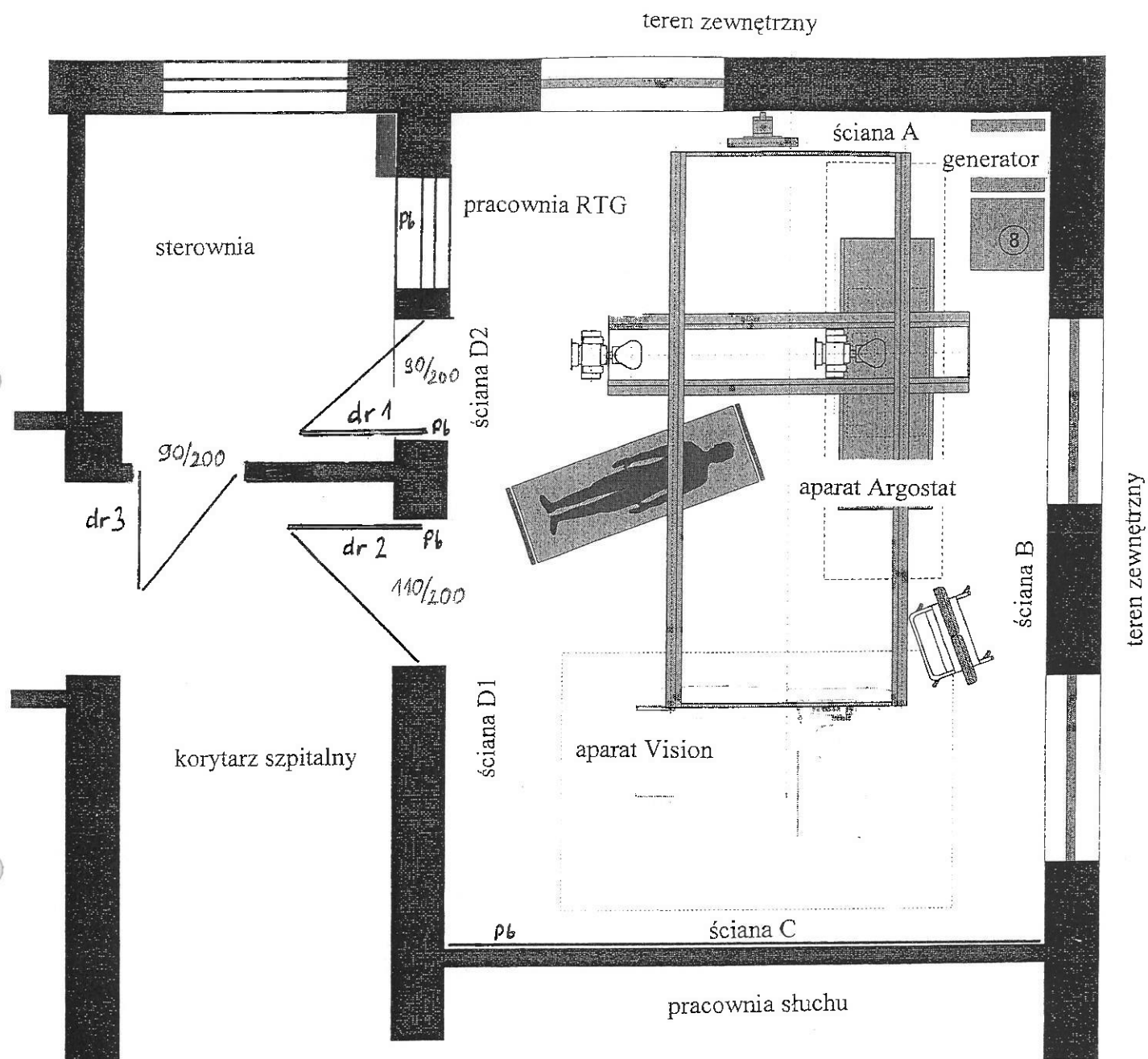
2. Osłony pacjenta:

- fartuch ochronny,
- osłony na gonady.

INSPEKTOR
OCHRONY RADIOLOGICZNEJ
typu: IOR-0, IOR-1, IOR-3
zaświadczenie nr 625/2005

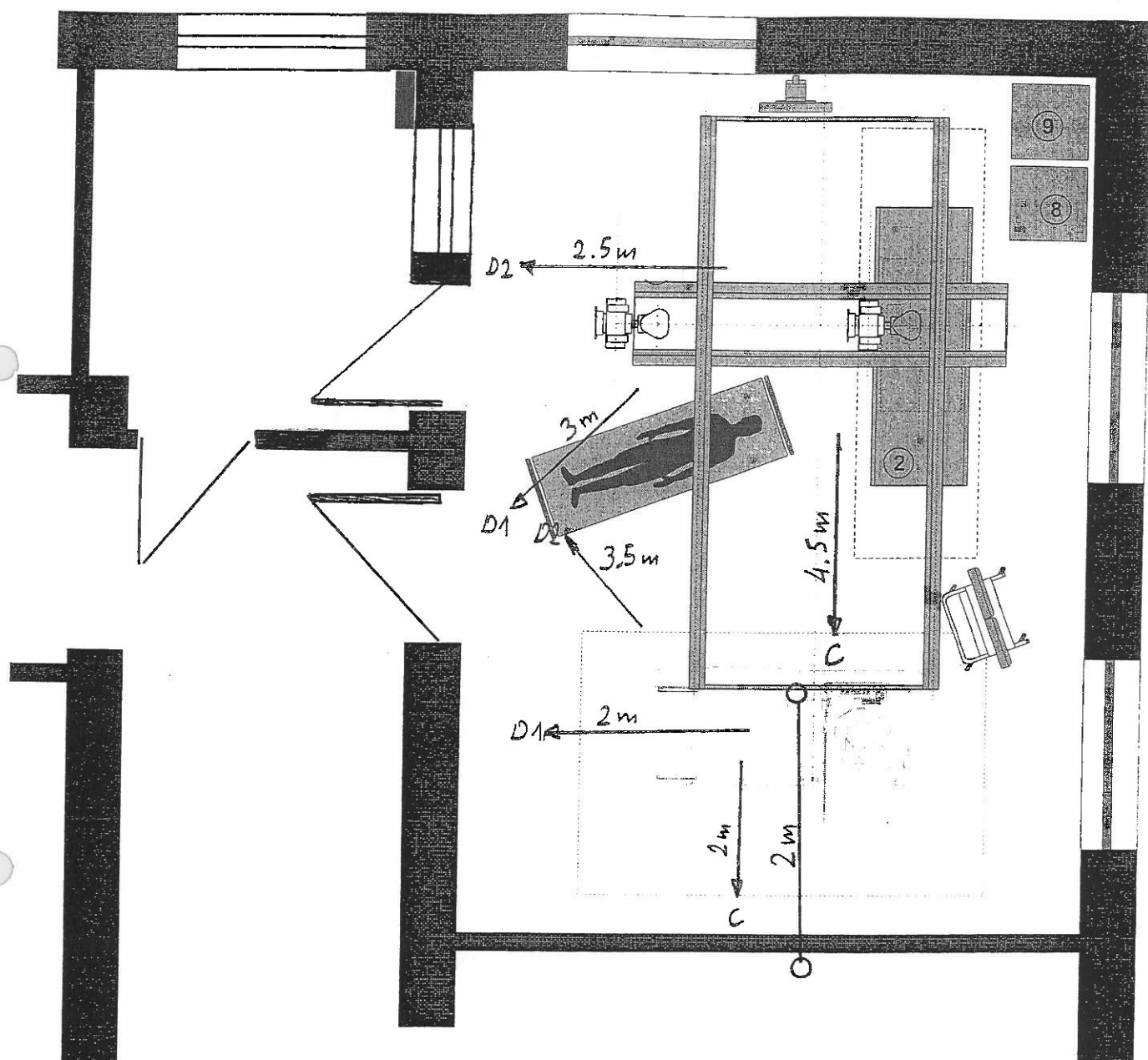
mgr Robert Chrenowicz

Robert Chrenowicz.



Pracownia RTG
Uniwersytecki Szpital Kliniczny Nr 4 w Łodzi
ul. Sporna 36/50

Plan gabinetu rtg – opis ścian



Pracownia RTG
Uniwersytecki Szpital Kliniczny Nr 4 w Łodzi
ul. Sporna 36/50

Osłony przed promieniowaniem rtg